Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 279-294

Analysing the most Important Variables Affecting Agricultural Water Security in Mazandaran Province

F. Razzaghi Borkhani[1*], T. Azizi Khalkheili[1], A.A. Barati[2]

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2- Associate Professor, Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

(*- Corresponding Author Email: F.razzaghi@sanru.ac.ir)

Received: 05-04-2024 Revised: 06-05-2024 Accepted: 21-05-2024 Available Online: 21-05-2024	**How to cite this article:** Razzaghi Borkhani, F., Azizi Khalkheili, T., & Barati A.A. (2024). Analysing the most important variables affecting agricultural water security in Mazandaran province. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(3), 279-294. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.87497.1260

Introduction

The shortage of freshwater resources is one of the primary crises the world faces, despite the constant availability of renewable water sources. As a result, the rising risks associated with water scarcity are a critical concern. The water crisis reduces crops production and negatively affects food security. Due to the increase in demand for food, agriculture section is under more pressure because of both water crisis and more demand for food. Agricultural sector has been also facing with water shortage due to climate changes caused by the more global warming and low precipitation. Water crisis and climate changes leading to a decrease in the crops production. Now, agriculture and livelihood of villagers has become unstable more than any time. Considering the importance of irrigated farming in Mazandaran province in the country's food security, the present study was conducted with the aim of identifying the most important variables that affecting water security in Mazandaran province.

Materials and Methods

The statistical population of the research included 16 subject experts with research or executive experience in the fields related to water studies, water security and climate change. The selection of them was done in a purposeful way. The data collection tool was a researcher made questionnaire and the data collection method was face-to-face interview. At first, to identify the variables involved in water security a subject literature review and several semi-structured interviews with subject experts were conducted. Then, the experts were asked to evaluate the cross-effects of the identified variables through pairwise comparisons and in the form of the MICMAC questionnaire. Finally, the data were analysis using MICMAC software.

Results and Discussion

According to the results, among the studied variables, "knowledge and environmental literacy of villagers" and "reduction of precipitation due to climate change" (input variables) are two important key variables that directly and indirectly affect water security and therefore should be considered. The variables "best management of appropriate farm operations", "volume and diversity of water resources" and "good management and governance of agricultural water" are intermediate variables, with high impact and high dependence. Based on the direct influence network intensity of the key variables involved in water security, variables such as “best management of suitable farm

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

https://doi.org/10.22067/jead.2024.87497.1260

operations", "good management and governance of agricultural water", "the degree of resilience of farmers to adapt to climate change" play a central and sensitive role. Based on the indirect relationships, "best management of appropriate farm operations", "the degree of resilience of farmers to adapt to climate change", "risk management of ecological hazards and climate change" have the greatest indirect effect on other variables and should be considered by policy makers and planners in this field.

Conclusion

Water crisis is a major challenge for agricultural activities and consequently for food security. Considering the vital role that Mazandaran province plays in the agricultural products production and as a result food security, the present study examined the most important variables affecting food security. The findings of this study showed that "good management and governance of agricultural water" has the most direct impact on water crisis management. Good water governance can be taken into consideration with the relative strengthening and synergistic participation of public and private sectors and non-governmental organizations in line with the planning and implementation of food security policy with the water-energy-food nexus approach. The role of increasing the environmental knowledge and literacy of villagers by providing effective educational-promotional services such as farm filed school is very important on the farmer's resilience and adaptability. On the other hand, variables such as good water management and governance, development of new irrigation systems and technologies, zoning of agricultural lands and the explanation of the appropriate cultivation pattern for each zone (such as planting crops with low water demand and high added value include medicinal plants) are undeniable impact on the livelihood resilience of the farmer's family and adaptation to climate change conditions. Diversify the livelihood resources of farming households with the participation of household women, promoting climate-oriented businesses that are compatible with climate changes (such as agricultural tourism and handicrafts), using drought-resistant species, changing the date of cultivation, developing greenhouse cultivation, medicinal plants and modernization of irrigation, change of history and cultivation pattern play important roles on the resilience of farmers to adapt climate change.

Keywords: Food security**,** Water and food nexus, Water crisi, Water policy, Water resources management

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۷۹-۲۹۴

واکاوی مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر امنیت آبی کشاورزی در استان مازندران

فاطمه رزاقی بورخانی[1*]- طاهر عزیزی خالخیلی[1]- علی اکبر براتی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱

چکیده

با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین و تجدیدشونده در جهان، کمبود منابع آب از جمله بزرگترین مسائل پیش روی بشر است که منجر به افزایش مخاطرات مرتبط با آب شده است. بحران منابع آب با کاهش سطح تولید بر امنیت غذایی تأثیر منفی می‌گذارد. بخش کشاورزی به‌دلیل افزایش تولید و وابستگی زیاد به منابع آبی در دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش میزان دما و کاهش سطح بارش با بحران کم‌آبی مواجه بوده است. با توجه به اهمیت کشت آبی در استان مازندران و نقش مهم استان مازندران در امنیت غذایی کشور، مطالعه حاضر باهدف شناسایی مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در امنیت آبی استان مازندران انجام گرفت. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۶ نفر از خبرگان موضوعی دارای سابقه تحقیقاتی یا اجرایی در حوزه‌های مرتبط با مطالعات آب، امنیت آبی و تغییر اقلیم بودند. انتخاب این افراد به روش هدفمند انجام شد. ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش پرسشنامه و روش جمع‌آوری داده‌ها مصاحبه حضوری بود. در ابتدا با استفاده از مرور ادبیات موضوع و مصاحبه‌های نیمه ساختارمند با خبرگان موضوعی، متغیرهای دخیل در امنیت آبی شناسایی شدند. سپس، از خبرگان خواسته شد تا اثرات متقاطع متغیرهای شناسایی‌شده را از طریق مقایسه زوجی ارزیابی کنند. در نهایت، تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تحلیل اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار MICMAC انجام شد. براساس نتایج، متغیر «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» در رتبه اول میزان اثرگذاری مستقیم قرار گرفت که نشان‌دهنده اهمیت قابل‌توجه این متغیر در مدیریت بحران آبی است. «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی»، «میزان و تنوع منابع آبی» و «سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» در رتبه‌های بعدی از نظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر امنیت آبی قرار گرفتند. حکمرانی خوب آب با تقویت مشارکت هم‌افزای بخش‌های دولتی، خصوصی و مردم‌نهاد، به‌منظور برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری امنیت غذایی (مبتنی بر رویکرد پیوند آب، انرژی و غذا) باید مورد توجه قرار گیرد. در این راستا مدیریت بهینه مزرعه با عملیات خوب کشاورزی (GAP) و روش‌های کشاورزی حفاظتی و تاب‌آوری کشاورزان نسبت به تغییرات اقلیم، آگاه‌سازی و توانمندسازی کشاورزان از طریق گسترش سواد آبی و سواد زیست‌محیطی با مشارکت نهاد توانمندساز ترویج کشاورزی، پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: امنیت غذایی، بحران آب، پیوند آب و غذا، سیاست آب، مدیریت منابع آب

مقدمه

جمعیت، توسعه صنعتی و پیدایش سریع فناوری‌های جدید، جهان را دچار دگرگونی کرده است. افزایش تقاضای آب برای مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی، رقابت بر سر تخصیص منابع محدود آب را بین مناطق مختلف و بین انواع مصرف‌کنندگان تشدید نموده است. کمبود منابع آب شیرین، یکی از بزرگ‌ترین مسائلی است که جهان درحال‌توسعه به صورت روزافزون با آن مواجه است (De Amorim *et al.*, 2018). ارزیابی منابع آب در سراسر جهان بیانگر آن است که بیش از ۵۰ درصد از آب قابل دسترس و تجدیدپذیر توسط انسان مصرف می‌شود (Sakhdari *et al.*, 2023). از طرفی، منابع تجدیدشونده آب در جهان ثابت است که این مسئله تأمین آب را به یکی از اساسی‌ترین

۱- استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: F.razzaghi@sanru.ac.ir)
۲- دانشیار گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
https://doi.org/10.22067/jead.2024.87497.1260

مشکلات برای بشر تبدیل کرده است به همین دلیل کمبود آن با گذر زمان بیش از پیش احساس می‌گردد (Bahrami Mehneh *et al.*, 2017). همچنین، افزایش مخاطرات مرتبط با آب موضوع مهم دیگری در زمینه تغییرات جهانی است (Masago *et al.*, 2019). تعداد تلفات و خسارات اقتصادی ناشی از بلایا و مخاطرات مرتبط با آب مانند سیل، خشکسالی، رانش زمین و فرونشست زمین به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. تغییرات آب و هوا، تغییرات کاربری زمین، شهرنشینی، الگوهای مهاجرت، مشکلات انرژی و تولید مواد غذایی ناشی از تغییرات جمعیتی و توسعه اقتصادی می‌تواند خطرات نامطمئن بیشتری را تشدید کند (Mishra *et al.*, 2021). به همین ترتیب، خشکسالی جنبه‌های فیزیکی و اجتماعی متعددی دارد. کمبود بارندگی، منابع آب و سیستم‌های کشاورزی را تغییر می‌دهد و بسته به انعطاف‌پذیری جوامع محلی و جمعیت، تأثیر آن می‌تواند شدید باشد، در نتیجه تنش بین مصرف آب رقابتی به دلیل تضاد بین استفاده انسانی و الزامات جریان محیطی بدتر می‌شود (Grafton *et al.*, 2011).

با افزایش جمعیت، افزایش سطح زیر کشت و تولید کشاورزی و به تبع آن مصرف رو به افزایش منابع آب سطحی و زیرزمینی، دسترسی به منابع آب با مشکلات فراوانی همراه شده است (Asadpourian *et al.*, 2022). لذا، برای اطمینان از پایداری منابع آبی با کیفیت و کافی برای حفظ انسان‌ها، حیوانات، گیاهان و سایر موجودات یک اکوسیستم امنیت آبی مورد توجه قرار می‌گیرد (Lautze *et al.*, 2011). امنیت آب از تضمین دسترسی مطمئن به آب سالم کافی برای هر فرد (با قیمت مقرون به صرفه که مکانیسم‌های بازار در آن دخالت دارند) برای داشتن یک زندگی سالم و سازنده، از جمله زندگی نسل‌های آینده، خبر می‌دهد (Mishra *et al.*, 2021). افزایش و بهبود امنیت آب شامل: (۱) اطمینان از در دسترس بودن منابع آب کافی و قابل اطمینان با کیفیت قابل قبول برای ارائه خدمات آب برای کلیه فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی به شیوه‌ای که از نظر زیست‌محیطی پایدار باشد. (ب) کاهش خطرات مربوط به آب مانند سیل، خشکسالی و آلودگی. (ج) پرداختن به کاهش درگیری‌هایی که ممکن است از اختلافات بر سر آب‌های مشترک، به‌ویژه در موقعیت‌های استرس فزاینده ناشی شود، و تبدیل آن‌ها به راه‌حل‌های برد برد است (Mishra *et al.*, 2021). اتصال دو حوزه سیاست کشاورزی و مدیریت آب که هر دو سیستم‌های اجتماعی-فیزیکی چندلایه پیچیده‌ای هستند، بسیار مهم است. ادغام کشاورزی و مدیریت آب شبیه یک پازل است که در آن اندازه و شکل تعداد زیادی قطعه دائماً در حال تغییر است و در طول زمان الگوها و پیکربندی‌های مختلفی تولید می‌کنند. واضح است که این نوع عمل به رویکردی بسیار پیچیده‌تر و خلاقانه‌تر برای سیاست و تحقیق نیاز دارد. در حال حاضر، دسترسی به امنیت آبی یک هدف بلندمدت می‌باشد که هنوز به‌طور کامل به یک استراتژی عملیاتی برای برخورد با آب و کشاورزی به شیوه‌ای جامع یا به‌هم‌پیوسته تبدیل نشده است. هر استراتژی اتخاذ شده در آینده باید بتواند سیستم‌های تولید مواد غذایی را بدون به خطر انداختن قابلیت حیات پایدار آب و سیستم‌های اکولوژیکی حفظ کند (Rob *et al.*, 2017).

امنیت آبی در کشورهایی همچون ایران که آب در آن همواره به عنوان یک نهاده کمیاب مطرح بوده و از نظر اقلیمی در ناحیه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده از اهمیت بیشتری برخوردار است (Salami & Taheri, 2019). این کشور مقدار قابل توجهی از آب‌های زیرزمینی را برای آبیاری و جبران کمبود آب سطحی بکار می‌برند. برداشت تهاجمی آب‌های زیرزمینی منجر به کاهش سطح آب زیرزمینی در مناطق مختلف شده است. در نتیجه نزدیک به ۵۰ درصد از دشت‌های سراسر ایران در وضعیت بحرانی قرار دارند (Madani *et al.*, 2016). همچنین، با توجه به روش سنتی آبیاری و سیستم‌های انتقال آب، بخش زیادی از آب منحرف شده است. در نتیجه بحران منابع آب تولید را کاهش می‌دهد و بر امنیت غذایی تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین آب زیربنای تمام ابعاد سلامت و رفاه انسان است که هم برای تولید غذا و هم انرژی اساسی است (Florin Frone & Frone, 2015). امنیت آبی رویکردی فراگیر در مدیریت منابع آب است که ارزیابی آن می‌تواند تصویر جامعی از وضعیت منابع آب و مشکلات ناشی از مدیریت این منابع ارائه کند. این رویکرد برای کشور ایران که درگیر مشکلات درهم تنیده در زمینه مدیریت منابع آب و محیط‌زیست است و در دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته است و همواره با مشکل کم‌آبی مواجه بوده است، حائز اهمیت است. مقدار شاخص امنیت آبی برای هیچ‌کدام از استان‌های ایران، بیش‌تر از ۰/۴۳ نمی‌شود که نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب همه استان‌های ایران از منظر شاخص امنیت آبی است (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021).

استان مازندران از نظر سطح زیر کشت برنج در ایران رتبه نخست را به خود اختصاص داده است و معیشت و کسب‌وکار اکثر روستاییان استان مازندران به شالیکاری وابسته است. روش سنتی و غرقابی برای کشت برنج در استان بیشتر استفاده می‌شود، در نتیجه بحران آب و تغییرات اقلیمی می‌تواند در کاهش تولید برنج نقش داشته باشد و به نوعی بر اقتصاد و معیشت روستاییان اثر منفی بگذارد. افزایش روند کاهش سطح بارش و بارش مؤثر، افزایش نیاز آبی گیاه در واحد سطح در استان مازندران دلیل روشن بر وجود تغییرات آب و هوایی است (Irannejad *et al.*, 2019). سالانه حدود ۲ میلیارد و ۷۰۰ میلیون متر مکعب آب در بخش کشاورزی مازندران به مصرف می‌رسد که ۷۰ درصد آن از طریق آب سطحی و ۳۰ درصد آن از طریق آب زیرزمینی تأمین می‌شود و در حال حاضر فقط ۳۴درصد آب مورد نیاز شالیکاری را می‌توان با مدیریت مصرف کرد، بنابراین ضریب امنیت آبی اراضی شالیزاری استان کمتر از ۳۴ درصد است (Enayati, 2022). نتایج مطالعات و بررسی بلندمدت منابع آب استان مازندران نشان می‌دهد میزان متوسط بارندگی کاهش یافته است متوسط دمای سالانه در اغلب

ایستگاه‌ها روندی افزایشی داشته است و دشت‌های استان مازندران نسبت به دوره درازمدت با کاهش حجم آبخوان روبرو بوده است. در استان مقدار بارش در فصل پاییز سال آبی ۱۴۰۱ نسبت به سال گذشته و درازمدت به‌ترتیب ۳۰ و ۳۱ درصد کاهش داشته است و حجم آبگیری سدهای استان نسبت به سال گذشته حدود ۴۲ درصد کاهش داشته است و مجموع تغییرات حجم آبخوان‌ها کاهش در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۴۰۰ بیش از ۵۰ درصد بوده است (Regional Water Company of Mazandaran Province, 2023). اگرچه تغییرات آب و هوایی و تغییر اقلیم بر مشکلات آب ایران اثر می‌گذارد، بااین‌حال مشکلات آب ایران عمدتاً منشاء انسانی داشته و محصول دهه‌ها مدیریت ضعیف منابع آب، ناشی از عدم پیش‌بینی، برنامه‌ریزی هماهنگ و درک اشتباه از توسعه است (Madani *et al*., 2016). این روند نشان‌دهنده آینده‌نگری و لزوم تجدید نظر در نحوه مدیریت منابع آب استان است تا در آینده با بحران کمبود آب مواجه نشود. با نظر داشتن شرایط فعلی منابع آبی، اتخاذ راهبردهای کوتاه‌مدت و بلندمدت برای جلوگیری از اثرات احتمالی تغییرات اقلیمی و کم‌آبی و تضمین مدیریت بهتر و کارآمدتر لازم است (Dev, 2016). درنتیجه پژوهش و مطالعه در این حوزه با رویکردی آینده‌نگرانه به‌منظور ایجاد آمادگی برای مواجهه با شرایط احتمالی در آینده و نیز تدوین سیاست‌های اجرایی مناسب در راستای مدیریت بهینه امنیت آبی کشاورزی، حائز اهمیت است. بیشتر مطالعات داخلی و خارجی بدون توجه جدی به تحلیل آینده‌نگاری انجام شده است.

مطابق تحقیق بهبودی و قربانی (Behboudi & Ghorbani, 2023) در الگوی طراحی‌شده برای حکمرانی و مدیریت آب با الگوی پویایی سیستم کیفیِ حکمرانی منابع آب در حوضه آبریز رودخانه قرنقو، در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی، اصلاح الگوی حکمرانی آب از طریق ایجاد تغییر در برداشت از منابع آب، ظرفیت سازگاری، ظرفیت توانمندسازی، ظرفیت گفتمان‌سازی، عامل تحقیق و توسعه، عامل قوانین و مقررات، ساختار مسئولیت، مؤلفه مشارکت، وابستگی به آب، وابستگی به دولت، آموزش، الگوی کشت امکان‌پذیر است.

نیاکا (Nkiaka, 2022) در مطالعه خود با عنوان عوامل اجتماعی و اقتصادی تعیین‌کننده امنیت آب در مناطق درحال توسعه (آفریقا، آسیا- اقیانوس آرام و آمریکای لاتین و دریای کارائیب) شاخص امنیت آب را با استفاده از سه متغیر بیوفیزیکی (در دسترس بودن آب، خطر آب و هوا و حیات اکوسیستم) و دو متغیر اجتماعی-اقتصادی (دسترسی به آب و مدیریت یکپارچه منابع آب)بررسی نمود. پنج متغیر مستقل (دولت، تولید ناخالص داخلی (GDP) سرانه، درصد جمعیت شهری، کمک‌های رسمی توسعه برای خدمات آب و فاضلاب و نرخ تکمیل مدارس ابتدایی زنان) برای بررسی عوامل تعیین‌کننده امنیت آب استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل‌های آماری نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ تکمیل مدارس ابتدایی زنان و حاکمیت و دولت، عوامل کلیدی تعیین‌کننده امنیت آب هستند.

فونسکا و همکاران (Fonseca *et al*., 2022) در مطالعه امنیت آب کشاورزی تحت تغییرات آب و هوایی در شبه‌جزیره ایبری[1] واقع در جنوب غربی اروپا نشان دادند به دلیل افزایش مناطق کشاورزی یا کشاورزی فشرده، آب و امنیت غذایی به‌طور پیچیده به هم متصل هستند. درنتیجه، اقداماتی برای تقویت امنیت غذایی با اتخاذ استراتژی‌هایی برای حفظ و نگهداری آب، مانند بهبود سیستم‌های آبیاری، ایجاد حوضه‌های نگهداری، یا انتخاب محصولات یا گونه‌های جدید مناسب‌تر برای آب و هوای گرم و خشک، و درنتیجه بهبود آب و هوا، مورد نیاز است.

بیتو و همکاران (Beithou *et al*., 2022) در مطالعه امنیت آبی مرتبط با کشاورزی در شرایط کم آب کشورها مانند کشور اردن با ارائه یک نمای کلی از تأثیر الگوهای کشت کشاورزی و امنیت آب به توسعه سیاست ملی به‌منظور برنامه‌ریزی پایدارتر در بخش کشاورزی و مواد غذایی پرداختند و نتایج کاربردی مانند نوسازی سیستم تأمین آب شهری برای صرفه‌جویی ۵۰ درصد از کل مصرف آب کشور، انتقال تولیدات کشاورزی از مزارع باز به کشت گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاری زیرساختی و سرمایه‌گذاری‌های بیشتری به تولید در گلخانه‌های هیدروپونیک بسته ارائه دادند.

نینجی و همکاران (Ningi *et al*., 2022) در مطالعه عوامل تعیین‌کننده وضعیت امنیت آب برای خانوارهای روستایی از جوامع ملانی-داخلی و هامبورگ ساحلی در استان کیپ شرقی، آفریقای جنوبی[2] از شاخص فقر آب برای محاسبه وضعیت امنیت آب خانوارها در دو جامعه استفاده نمودند. یافته‌ها نشان داد که امنیت آب در مناطق مورد مطالعه ناچیز است که عمدتاً به دلیل در دسترس نبودن منابع آبی و زمان صرف شده برای جمع‌آوری آب است. عواملی مانند پرداخت هزینه آب، نوع سرویس بهداشتی مورد استفاده و زمان صرف شده برای جمع‌آوری آب، امنیت آب خانوارها را در مناطق مورد مطالعه تعیین می‌کند.

عباسی رستمی و همکاران (Abbasi Rostami *et al*., 2022) در تحقیقی با هدف ارتباط موجود در میان شبکه نهادهای مرتبط در حکمرانی مدیریت به هم‌پیوسته منابع آب کشاورزی استان مازندران نشان دادند مدیریت منابع آب منجر به حاکمیت نهادهای خاص شده و در نهایت این رویکرد، اهداف سیاستی را بدون ملاحظه ذینفعان منابع

1- Iberian Peninsula
2- Melani-inland and Hamburg-coastal communities in the Eastern Cape Province, South Africa

آب تنظیم نموده است که باعث تناقض بین ذینفعان در حکمرانی منابع آب می‌شود و سازوکارهای قانونی و ترغیبی را برای مشارکت بیشتر سازمان‌های به حاشیه رانده در فرآیندهای تصمیم‌سازی، تصمیم‌گیری و اجرا در قالب عضویت در کارگروه‌های مشترک، تفاهم‌نامه‌های بین دستگاهی، پروژه‌های مشترک و تبادل منابع بین دستگاه‌ها در سطح استان برای توزیع متوازن قدرت میان تمام نهادهای ذینفع پیشنهاد نمودند.

مطابق تحقیق سلامی سرمست و زهرایی (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021) پنج بعد کلیدی ابعاد امنیت آبی در بخش کشاورزی با شاخص امنیت آبی بانک توسعه آسیا[1] را می‌توان این‌گونه دسته‌بندی نمود: (۱) امنیت منابع آب قابل استفاده و ناپایداری‌های منابع سطحی و زیرزمینی؛ (۲) بعد دسترسی به خدمات و زیرساخت‌های آب و فاضلاب و پساب؛ (۳) امنیت آبی از نظر اقتصادی و اثر کمبود آب بر اشتغال کشاورزی؛ (۴) امنیت آبی از نظر محیط‌زیستی و تغییر رژیم جریان رودخانه‌ها و دبی رودخانه‌ها نسبت به حلت طبیعی و آلودگی آب‌ها؛ و (۵) بعد شرایط تاب‌آوری و آسیب‌پذیری مردم در برابر مخاطرات ازجمله سیل و خشکسالی.

داوودی و همکاران (Davoodi *et al*., 2021) در بررسی عوامل مؤثر بر امنیت آب کشاورزی در منطقه رامجرد فاکتورهایی مانند شرکت در کلاس‌های آموزشی بر امنیت آب در منطقه مؤثر است و با آموزش کشاورزان در زمینه مشارکت در تعمیر و نگهداری سامانه‌های آبیاری، صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری همراه با توجه بیشتر مسئولان مربوطه برای رسیدگی به مشکلات آب‌رسانی و ایجاد تشکل تخصصی بازرسی و نظارت در توزیع و انتقال آب، اهداف دستیابی به امنیت آب میسر خواهد شد.

پورخسروانی و همکاران (Pourkhosravani *et al*., 2019) در مورد عوامل مؤثر بر ناکارآمدی سیاست منابع آب در ایران نشان داد که سیاست‌گذاران در مسیر پیاده‌سازی اصلاحات آبی با موانع زیادی همچون ضعف قوانین و مقررات در حوزه منابع آب ضعف نهادی و ساختاری پراکندگی نقش‌ها و مسئولیت‌ها مشکلات مالی فنی و اطلاعاتی و غیره مواجه است که در سایه وجود حکمرانی خوب و اثرگذار که پیامد کاربست رویکردهای علمی محسوب می‌شود می‌توان بر بخش گسترده‌ای از مشکلات فائق آمد.

در تحقیق قوچانی و همکاران (Ghoochani *et al*., 2019) برای شناسایی کلان پیشران‌های مدیریت پایدار منابع آب بخش کشاورزی کشور ۱۲ کلان پیشران‌های اولیه شناسایی شد. در پیشران‌های ریسک نهادسازی در مدیریت آب کشاورزی، استقرار مدیریت یکپارچه آب؛ در پیشران تنظیم‌کننده ایجاد بانک داده پاسخگویی منابع آب، ظرفیت اجتماعی و فرهنگی حوزه آب؛ در پیشران‌های خروجی نگرش مسئولان به تغییر الگوی کشت و بکارگیری فناوری‌های نوین و مرتبط با سیستم تأمین منابع آب؛ و در پیشران هدایت‌کننده توجه به تغییرات اقلیمی با تمرکز بر خشکسالی و قیمت واقعی آب کشاورزی مهم‌ترین بوده است.

شارانگا و مادارا (Sharaunga & Mudhara. 2016) در بررسی عوامل فیزیکی، اجتماعی–اقتصادی و نهادی مؤثر بر امنیت مصرف آب در میان کشاورزان خرده‌ملک آبیاری بخش محلی مسینگای آفریقای جنوبی نشان دادند وضعیت امنیتی مصرف آب کشاورزان به شدت تحت تأثیر طرح آبیاری قرار داشت. کشاورزان واقع در ابتدای کلنال آبیاری نسبت به کشاورزان در انتهای کلنال آبیاری ایمنی بیشتری نسبت به مصرف آب داشتند. کشاورزان مسن‌تر و کسانی که زمین‌های کشاورزی بزرگ‌تری دارند، به احتمال زیاد در استفاده از آب ایمن هستند. کسانی که سال‌های بیشتری را در طرح آبیاری سپری کرده‌اند و اعضای انجمن‌های مصرف‌کنندگان آب، خود را در مصرف آب ناامن‌تر می‌دانستند. نظارت دولت و اجرای قانون نیز لازم است تا امکان دسترسی عادلانه به آب را در بین آبیاری‌ها فراهم کند.

با جمع‌بندی تحقیقات پیشین و مبانی نظری، نوآوری این تحقیق شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار و اثرپذیر برای امنیت آبی کشاورزی استان مازندران با برنامه‌ریزی آینده‌نگاری با روش میک مک می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع آب و تأثیر آن بر ادامه حیات موجودات زنده و با در نظر داشتن شرایط فعلی منابع آبی کشور، پژوهش و مطالعه در این حوزه با رویکردی آینده‌نگرانه به منظور افزایش افق دید و ایجاد آمادگی برای مواجهه با شرایط احتمالی در آینده و نیز تدوین سیاست‌های اجرایی مناسب، یکی از مهم‌ترین اولویت‌های علمی پژوهشی کشور محسوب می‌شود (Zinati Fakhrabad & Asghari Moghadam) در چارچوب توسعه پایدار ملی جمهوری اسلامی ایران در بخش کشاورزی، همواره نیاز است تا جهت‌گیری هدفمندی به مناطق با پتانسیل مناسب توسعه کشاورزی و تولید محصولات استراتژیک معطوف شود. استان مازندران مزیت نسبی و جایگاه ویژه در امنیت غذایی کشور دارد. بخش کشاورزی از مهم‌ترین منابع درآمد در استان مازندران و نقش مهمی در معیشت پایدار روستاییان استان دارد. همچنین مشکلات کم‌آبی و بحران آب و افزایش دما از معضلات اصلی خصوصاً مناطق شرقی استان است. با توجه به اینکه امنیت آبی بسته به موقعیت مکانی و زمانی و با توجه به شرایط اقلیمی متغیر است، لذا نیاز است تا برای هر شرایط جغرافیایی، با دیدگاه آینده‌نگری جهت پیش‌بینی وضعیت مطلوب آینده مطالعه جدیدی صورت بگیرد تا سطح امنیت آبی را متناسب با منطقه مورد بررسی فرموله کند. بر این اساس اهمیت تحلیل مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در امنیت آبی بخش کشاورزی استان از منظر سیاست‌گذاران و محققان استان مازندران از دیدگاه آینده‌نگری

1- Asian Development Bank

موردتوجه قرار گرفته است. بنابراین، بر اساس مرور ادبیات فوق می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که مسئله امنیت آبی و بحران آب در استان مازندران متأثر از متغیرهای مختلفی است که شناسایی آن‌ها و شبکه روابط بین آن‌ها می‌تواند کمک شایان توجهی به مدیریت بحران آب و سیاست‌گذاری هوشمندانه‌تر در راستای تحقق امنیت آبی بنماید. به همین دلیل مطالعه حاضر باهدف کلی شناسایی متغیرهای دخیل در مسئله امنیت آبی در استان مازندران و شناسایی شبکه روابط بین آن‌ها و نقش و اثرگذاری هر یک از این متغیرها انجام شد. در راستای دستیابی به این هدف این مطالعه در نظر دارد تا به این پرسش‌ها پاسخ دهد: ۱) مهم‌ترین متغیرهای دخیل در امنیت آبی کدام‌اند؟ ۲) شبکه روابط بین این متغیرها و اولویت آن‌ها چگونه است؟ ۳) بر اساس متغیرها و شبکه روابط شناسایی‌شده، مهم‌ترین راهکارهای تحقق امنیت آبی و مقابله با بحران آب در استان مازندران کدام‌اند؟

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر نوعی مطالعه پیمایشی با رویکرد کیفی است که ازنظر هدف در گروه مطالعات کاربردی قرار می‌گیرد. جامعه آماری مورد پژوهش شامل ۱۶ نفر از خبرگان موضوعی شامل اعضای هیئت‌علمی مراکز آموزشی و تحقیقاتی استان مازندران بودند. در این مطالعه سعی شده است تا افرادی در پژوهش مشارکت داده شوند که به‌طور مستقیم در زمینه موضوع مورد مطالعه سابقه تحقیقاتی یا اجرایی داشته باشند. این افراد به روش هدفمند انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش پرسشنامه و روش جمع‌آوری داده‌ها مصاحبه حضوری بود. در گام اول با استفاده از مرور ادبیات موضوع و مصاحبه‌های نیمه ساختارمند با خبرگان موضوعی، ۱۱ متغیر به‌عنوان متغیرهای دخیل در بحران آب و به تبع آن امنیت آبی شناسایی شدند (جدول ۱). به‌طور میانگین با هریک از مشارکت‌کنندگان حدود ۳۰ دقیقه مصاحبه حضوری انجام شد. در طی فرآیند جمع‌آوری داده‌ها پس از پایان یافتن هر مصاحبه، اطلاعات به‌دست‌آمده از مشارکت‌کنندگان مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گرفت.

جدول ۱- متغیرهای تحقیق
Table 1- Research variables

ردیف Row	متغیرهای شناسایی شده The identified variables	نماد Symbol	محققان Research
1	توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب (مانند نصب کنتور هوشمند) Development of modern systems and technologies for irrigation and water management (such as installing a smart meter)	NIS	فونسکا و همکارن (Fonseca *et al*., 2022) بیتو و همکاران (Beithou *et al*., 2022);
2	پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه Zoning of agricultural lands and defining the its appropriate cultivation pattern	ZAL	فونسکا و همکارن (Fonseca *et al*., 2022);
3	مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصول برای کشت) Best management of suitable farm operations (such as paying attention to the water requirement of the crop for cultivation)	GAPM	فونسکا و همکارن (Fonseca *et al*., 2022); بیتو و همکاران (Beithou *et al*., 2022);
4	سطح زیر کشت اراضی کشاورزی Cultivated area of agricultural lands	ALA	شارانگا و مادارا (Sharaunga & Mudhara. 2016); سلامی سرمست و زهرایی
5	میزان و تنوع منابع آبی Volum and diversity of water resources	WRVD	(Salemi Sarmast & Zahraie, 2021); سلامی سرمست و زهرایی (Nkiaka, 2022);
6	مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی Good governance and managementof agricultural water	GAWG	نیاکا (Behboudi & Ghorbani, 2023); بهبودی و قربانی
7	سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان The knowledge and environmental literacy of villagers	VEKL	(Behboudi & Ghorbani, 2023); بهبودی و قربانی
8	کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی Reducing the amount of precipitation due to the climate changes	PCC	قوچانی و همکاران (Ghoochani *et al*., 2019); ایران‌نژاد و همکاران (Irannejad *et al*., 2019)
9	افزایش تبخیر و تعرق به دلیل گرمایش زمین Increase in evapotranspiration due to the global warming	EGW	ایران‌نژاد و همکاران (Irannejad *et al*., 2019)
10	مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم Risk management of ecological hazards and climate change	REH	شارانگا و مادارا (Sharaunga & Mudhara., 2016);
11	میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم The farmers resilience to adapt climate change	RFC	سلامی سرمست و زهرایی (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021);

در گام دوم پس از مشخص شدن متغیرهای کلیدی تحقیق، به‌منظور تکمیل ماتریس اثرات متقابل، پرسشنامه مقایسه زوجی متغیرهای شناسایی‌شده بر اساس استاندارد روش‌شناسی MICMAC تدوین شد و از مشارکت‌کنندگان خواسته شد تا شدت تأثیر هر متغیر (x_i) بر متغیر دیگر (x_j) را با عددی صحیح بین صفر تا ۴ (به‌ترتیب برای نشان دادن بدون تأثیر، تأثیر ضعیف، تأثیر متوسط، تأثیر قوی و تأثیر بالقوه) مشخص نمایند. در نهایت، اطلاعات جمع‌آوری‌شده در این بخش به کمک نرم‌افزار MICMAC تجزیه‌وتحلیل شد. این نرم‌افزار، پراکندگی عوامل را بر اساس میزان اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها و نقشی که در سیستم موردنظر ایفا می‌کنند، در قالب یک نمودار مشابه شکل ۱ ارائه می‌نماید. این نمودار متشکل از پنج بخش است (Godet *et al*., 2008; Barati *et al*., 2019):

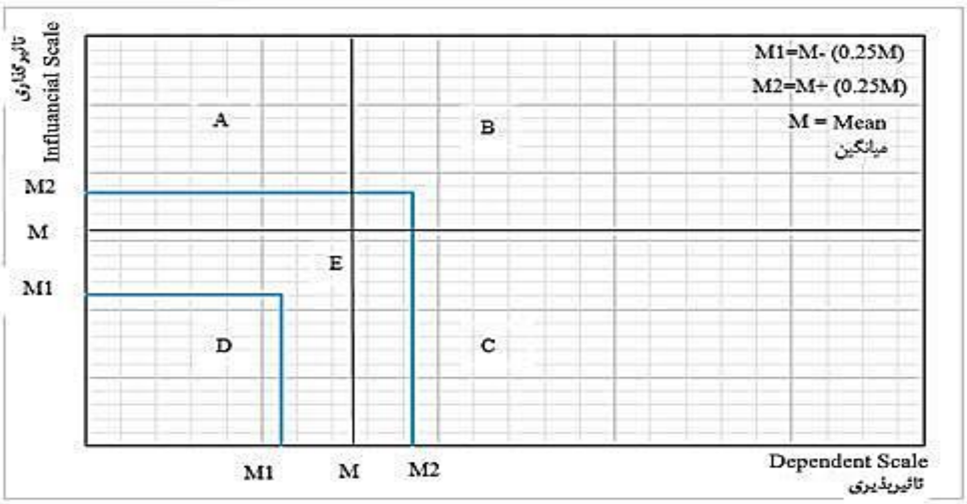
ناحیه A (متغیرهای ورودی): متغیرهای واقع در ناحیه A بیشترین تأثیرگذاری را بر سایر متغیرها داشته و کمترین اثر را از آن‌ها می‌پذیرند. این متغیرها عوامل کلیدی و مهم برای سناریوسازی و تدوین برنامه‌های راهبردی در آن زمینه به شمار می‌روند.

ناحیه B (متغیرهای حد واسط): متغیرهای ناحیه B یا متغیرهای میانی اگرچه تأثیرگذاری بالایی دارند اما از تأثیرپذیری بالایی نیز برخوردارند. این متغیرها ذاتاً بی‌ثبات هستند و هر اقدامی در خصوص آن‌ها صورت گیرد به‌سرعت سایر بخش‌های سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ناحیه C (متغیرهای نتیجه): این متغیرها تأثیرپذیری و وابستگی بسیار بالایی دارند اما تأثیرگذاری آن‌ها کم است. رفتار این متغیرها متأثر از متغیرهای ورودی و واسطه‌ای است.

ناحیه D (متغیرهای قابل چشم‌پوشی): این متغیرها ارتباط کمی با سایر متغیرها دارند و به دلیل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری اندک اغلب از تحلیل کنار گذاشته خواهند شد.

ناحیه E (متغیرهای بالقوه یا نامعین): این متغیرها به‌دلیل اثرگذاری و اثرپذیری کم، متغیرهای چندان مهمی تلقی نمی‌شوند. این متغیرها معمولاً در مطالعات آینده مورد بررسی قرار خواهند گرفت.



شکل ۱- انواع متغیرها بر اساس شبکه اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها

Figure 1- Types of variables based on the influence network and their dependence

نتایج و بحث

ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخگویان

افرادی در پژوهش با پرسشنامه محقق ساخته مورد مصاحبه قرار گرفتند که به‌طور مستقیم در مدیریت آب کشاورزی اطلاعات و آگاهی عمیق داشته باشند. به‌طوری‌که حدود ۵۰ درصد از بخش اجرایی (بخش آب و خاک و ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌ها ۸ نفر) و ۵۰ درصد از بخش تحقیقاتی و دانشگاهی (اساتید گروه مهندسی آب ۵ نفر و اساتیدگروه ترویج و آموزش کشاورزی و اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ۳ نفر) به صورت هدفمند انتخاب شدند. میانگین سنی پاسخگویان حدود ۴۲ سال و حدود ۸۱/۲۵ درصد پاسخگویان با مدرک تحصیلی دکتری تخصصی در رشته کشاورزی مربوطه بودند و تنها ۱۲/۵ درصد دانشجوی دکتری و ۶/۲۵ درصد مدرک کارشناسی ارشد داشته‌اند.

شبکه روابط بین متغیرهای دخیل در امنیت آبی

جدول ۲، میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای شناسایی‌شده در این مطالعه بر یکدیگر را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، از بین متغیرهای شناسایی‌شده متغیر «مدیریت و حکمرانی

خوب آب کشـــاورزی» (GAWG)با ۱۶۱۵ امتیاز در رتبه اول میزان اثرگذاری مسـتقیم قرار گرفته است که نشـان‌دهنده اهمیت قابل‌توجه این متغیر در مدیریت بحران آبی است. پس از آن، به‌ترتیب متغیرهای «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی» (PCC)، «میزان و تنوع منـابع آبی» (WRVD) و «ســـطح دانش و ســـواد زیست‌محیطی روستاییان» (VEKL) در رتبه‌های بعدی از نظر میزان تـأثیرگـذاری مســـتقیم بر امنیـت آبی قرار دارنـد. در میـان متغیرهـای شناسایی‌شده متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصول برای کشت)» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» بیشترین اثرپذیری را از سایر متغیرهای شناسایی‌شده داشته‌اند. کمترین میزان تأثیرپذیری مستقیم نیز متعلق به متغیر «سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» بود.

جدول ۲- رتبه‌بندی و میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها برهم

Table 2- Ranking and amount of direct and indirect effects of variables

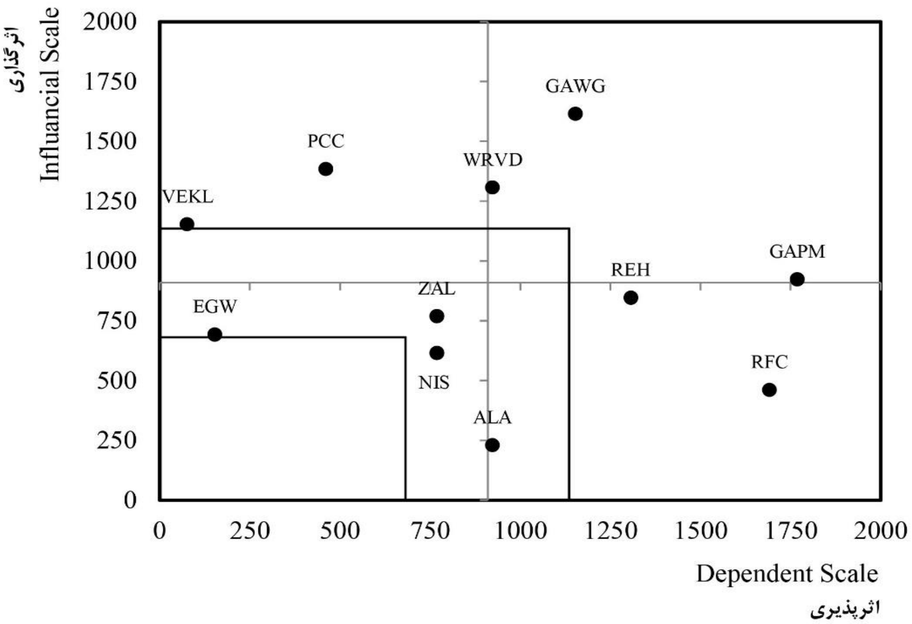
متغیرها Variables	مستقیم Direct				غیرمستقیم Indirect			
	تأثیرگذاری Influence		تأثیرپذیری Dependence		تأثیرگذاری Influence		تأثیرپذیری Dependence	
	امتیاز Score	رتبه Rank	امتیاز Score	رتبه Rank	امتیاز Score	رتبه Rank	امتیاز Score	رتبه Rank
NIS	615	9	769	6	681	7	613	9
ZAL	769	7	769	6	650	8	836	7
GAPM	923	5	1769	1	1772	1	1489	1
ALA	230	۱۱	923	5	1120	4	904	5
WRVD	1307	3	923	5	1055	5	253	11
GAWG	1615	1	1153	4	1047	6	1224	3
VEKL	1153	4	76	9	93	10	1164	4
PCC	1384	2	461	7	391	9	1391	2
EGW	692	8	153	8	69	11	792	8
REH	846	6	1307	3	1409	3	873	6
RFC	416	10	1692	2	1706	2	456	10

در بخش اثرات غیرمسـتقیم نیز بیشـترین تأثیرگذاری غیرمسـتقیم هر متغیر بر سـایر متغیرها مربوط به «مدیریت بهینه عملیات مناسـب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصـــول برای کشـــت)» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» می‌باشند. بیشترین اثرپذیری یک متغیر از ســـایر متغیرها نیز مربوط به متغیر «مدیریت بهینه عملیات مناســب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصـــول برای کشـــت)» و «کاهش میزان نزولات جوی به‌واســـطه وقوع تغییرات اقلیمی» است.

به‌طور کلی و بر اساس موقعیت هر یک از متغیرهای مورد مطالعه بر روی نمودار اثرگذاری-اثرپذیری مسـتقیم (شـکل ۲) و غیرمسـتقیم (شـکل ۳)، دو متغیر «سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» (VEKL) و «کاهش میزان نزولات جوی به‌واســـطـه وقوع تغییرات اقلیمی» (PCC) در محدوده A قرار گرفتـه‌انـد. لـذا، این دو بـه‌عنوان عوامل کلیدی و مهم در تدوین برنامه‌های راهبردی در امنیت آبی به شـــمار می‌روند (متغیرهای ورودی). همچنین، قرار گرفتن متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناســـب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصـــول برای کشـــت)» (GAPM)، «میزان و تنوع منـابع آبی» (WRVD) و «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشـاورزی» (GAWG) در ناحیه B یعنی محدوده متغیرهای حد واسط، به این مفهوم است که این متغیرها اگرچه تأثیرگذاری بالایی دارند اما از تأثیرپذیری بالایی نیز برخوردارند. این متغیرها ذاتاً بی‌ثبات هســـتنـد و هر اقـدامی در خصوص آن‌ها صورت گیرد به‌سرعت سایر بخش‌های سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا، هرگونه تغییر در این متغیرها باید هوشـمندانه و هدفمند باشـد چرا که منجر به تغییر در کل سیسـتم امنیت آبی خواهد شد.

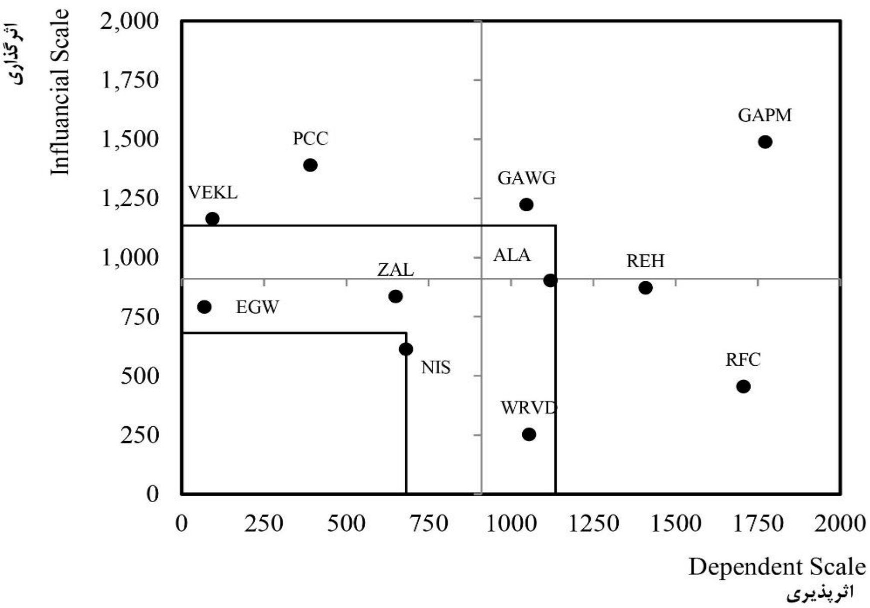
واقع‌شدن دو متغیر «مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم» (REH) و «میزان تاب‌آوری کشـاورزان برای سـازگاری با تغییر اقلیم» (RFC) بر اساس نمودار روابط مستقیم و غیرمستقیم در ناحیه C یا ناحیه نتیجه به این مفهوم اســـت که این متغیرها تأثیرپذیری و وابستگی بسیار بالایی دارند، اما تأثیرگذاری آن‌ها کم است. رفتار این متغیرها متأثر از متغیرهای ورودی و واسطه‌ای است. لذا، مدیریت این دو، یعنی ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تاب‌آوری کشاورزان نسبت به تغییر اقلیم، مســـتلزم اثرگذاری بر متغیرهای واقع در دو محیط قبل اســـت. چرا که عملکرد این متغیرها عمدتاً متأثر از متغیرهای واقع در ناحیه A و B اســـت. از آنجا که چه بر اســـاس نمودار روابط مســـتقیم (شـکل ۲) و چه بر اسـاس نمودار روابط غیرمسـتقیم (شـکل ۳)، هیچ یک از متغیرهای شناسایی‌شده در ناحیه D یعنی ناحیه متغیرهای قابل چشـم‌پوشی واقع نشده‌اند، لذا همه متغیرهای شـناسایی‌شـده از ارتباط

خوبی با سایر متغیرها برخوردار بوده، نباید از تحلیل کنار گذاشته شوند. علاوه بر این، واقع‌شدن سایر متغیرها در ناحیه E یعنی ناحیه متغیرهای بالقوه یا نامعین به این معنی است که اگرچه این متغیرها به‌دلیل اثرگذاری و اثرپذیری کم، متغیرهای چندان مهمی تلقی نمی‌شوند، اما آن‌ها در آینده از اهمیت برخوردار شده و مورد بررسی قرار خواهند گرفت. این متغیرها عبارت بودند از «افزایش تبخیر و تعرق به‌دلیل گرمایش زمین» (EGW)، «توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب (مانند نصب کنتور هوشمند)» (NIS)، «پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه» (ZAL) و «سطح زیر کشت اراضی کشاورزی» (ALA).



شکل ۲- موقعیت متغیرهای مطالعه بر روی نمودار اثرگذاری-اثرپذیری در ماتریس اثرات مستقیم

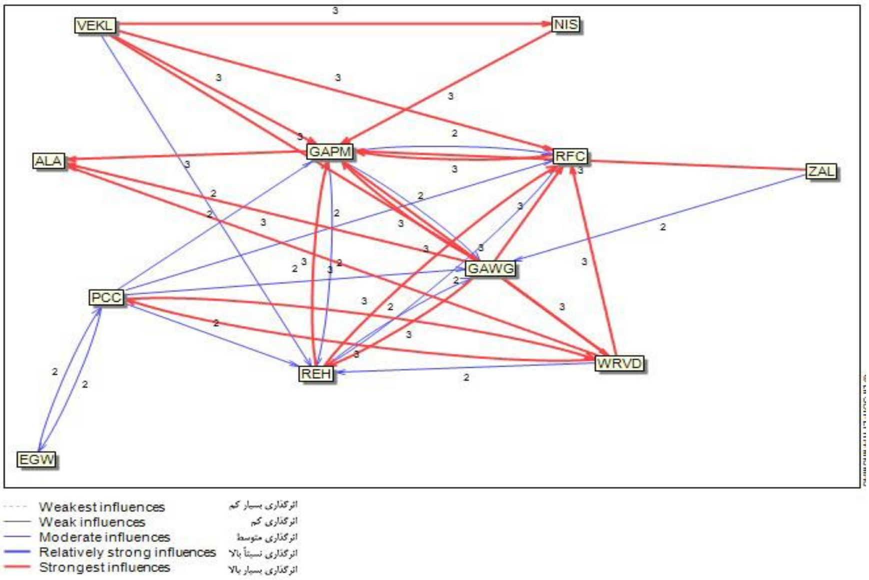
Figure 2- The position of the study variables on the influence- dependence diagram in the direct effects matrix



شکل ۳- موقعیت متغیرهای مطالعه بر روی نمودار اثرگذاری-اثرپذیری در ماتریس اثرات غیرمستقیم

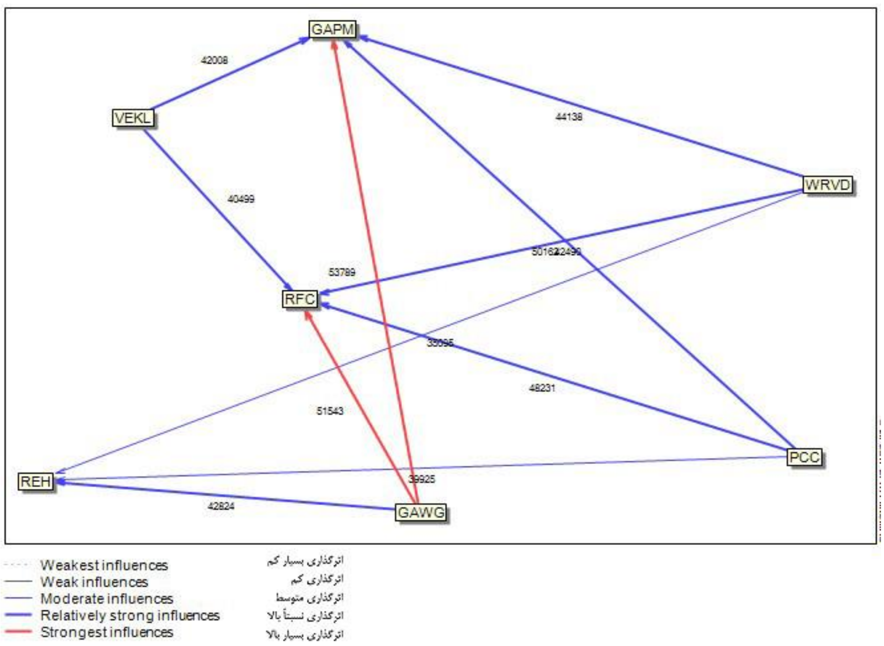
Figure 3- The position of the study variables on the influence-effectiveness diagram in the indirect effects matrix

شکل ۴ شدت و جهت اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم متغیرهای کلیدی دخیل در امنیت آبی را نمایش داده است. بر اساس شبکه روابط مستقیم بین متغیرها نیز متغیرهایی نظیر مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (GAPM) مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی (GAWG) و میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم (RFC) نقشی مرکزی و حساس را بر عهده داشته و درخور توجه هستند. شکل ۵ نیز نشان‌دهنده روابط غیرمستقیم بین متغیرهای شناسایی‌شده است. بر اساس این شکل، متغیرهای مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (GAPM)، میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم (RFC) و مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم (REH) بیشترین تأثیر غیرمستقیم را بر سایر متغیرها دارند و باید مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان این حوزه قرار گیرند.



شکل ۴- شبکه روابط مستقیم متغیرهای تحقیق

Figure 4- Network of direct relationships of research variables



شکل ۵- شبکه روابط غیرمستقیم متغیرهای تحقیق

Figure 5- Network of indirect relationships of research variables

درنهایت، ازآنجاکه پراکندگی متغیرهای بر اساس نمودار روابط مستقیم (شکل ۵) حول قطر نمودار بوده و در مجاور دو محور افقی و عمودی به‌صورت حرف L واقع نشده‌اند، سیستم شناسایی‌شده در این مطالعه دارای ناپایداری شدیدی است. به‌عبارت‌دیگر تعداد زیادی از متغیرهای شناسایی‌شده حالت واسط یا نامعین را دارند. این موضوع موجب می‌گردد تا تصمیم‌گیری در جهت بهبود مسئله که در اینجا امنیت آبی است با پیچیدگی زیادی نسبت به سیستم‌های پایدار مواجه باشد.

تجزیه و تحلیل نتایج و پیشنهادها

مطابق یافته‌ها «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» با رتبه اول در میزان اثرگذاری مستقیم، اهمیت قابل‌توجه در مدیریت بحران آبی و امنیت آبی دارد. محققان مختلف پانل و همکاران (Panel et al., 2013)؛ نگن و همکاران (Ngene et al., 2021)؛ آئوپلتو (Ahopelto et al., 2024)؛ پورخسروانی و همکاران (Pourkhosravani et al., 2019)؛ عباسی رستمی و همکاران (Abbasi Rostami et al., 2022) نیز در مطالعات خود به نقش حکمرانی خوب آب بر امنیت آبی تأکید کرده‌اند. نبود حکمرانی خوب آب به‌عنوان یک بازدارنده مهم مدیریت مؤثر منابع آب بوده و بر کیفیت قوانین و نهادهای آب و مدیریت یکپارچه منابع آبی تأثیر می‌گذارد. حکمرانی خوب آب با مشارکت بازیگران کلیدی پیش‌نیاز برای امنیت گسترده‌تر آب است. با توجه به منافع متفاوت و فشارهای نوظهور مرتبط با آب، تضمین امنیت آب به سازمان‌های بخش دولتی با منابع کافی برای هماهنگی تعامل بین بخش‌ها و بازیگران مرتبط نیاز دارد. با تقویت نسبی مشارکت بخش‌های دولتی و خصوصی و مردم‌نهاد در حکمرانی آب به‌طور خاص سازمان‌های مردم‌نهاد دوستدار محیط‌زیست و همچنین توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای ظرفیت بالایی برای مشارکت و حکمرانی خوب آب در استان مازندران فراهم می‌شود. به‌طوری‌که مطابق ماده ۱۲۹ برنامه هفتم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی کشور نیز موضوع اهمیت و ضرورت حکمرانی آب توجه شده است. برای ارتقای حکمرانی محلی آب، می‌بایست وزارت نیرو با همکاری وزارت جهاد کشاورزی برای استقرار مدیریت مشارکتی آب با ایجاد تشکل‌های بهره‌برداران شرایط حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و سطحی و نظارت بر حفر چاه‌ها و شبکه‌های آبیاری فراهم نماید. بنابراین ضرورت اجرای قوانین و مقررات، کارگروه‌های مشترک، تفاهم‌نامه‌های بین دستگاهی با هماهنگی و همکاری هم‌افزا و مکمل نهادها و ذینفعان مختلف در مدیریت بهینه منابع آبی کشاورزی برای حکمرانی خوب و پایدار آب کشاورزی پیشنهاد می‌شود.

بعد از متغیر مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی، متغیرهای مربوط به شرایط زیست‌محیطی مانند «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی»، «میزان و تنوع منابع آبی» ازنظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر امنیت آبی قرار دارند. کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی» به‌عنوان عوامل کلیدی و مهم در متغیرهای ورودی در تدوین برنامه‌های راهبردی در امنیت آبی به شمار می‌روند. همگام با تحقیق عابدی (Abedi, 2020) و فارهات (Farhat et al., 2023) استفاده پایدار از منابع آب نیازمند توجه به مدیریت تغییرات اقلیمی و زیست‌محیطی آب است. به‌طوری‌که تغییرات آب و هوایی و افزایش میزان دما و بارش نشانی از تغییرات اقلیمی است (Irannejad et al., 2019; Ghoochani et al., 2019). لذا لازم است راهبرهای جامع زیست‌محیطی و پایدار برای سازگار با محیط‌زیست اتخاذ شود. در این راستا مدیریت بحران و ارزیابی ظرفیت تحمل و ردپای اکولوژیکی آب با بررسی شرایط اقلیمی و ظرفیت منابع آبی پیشنهاد می‌شود. با توجه به تنوع منابع آبی در استان از نظر چشمه، چاه، رودخانه و وجود رواناب سطحی مطابق با تحقیق نصیره و طهماسبی (Nasire & Tahmasebi, 2022) و هان و همکاران (Han et al., 2012) مدیریت مناسب آب‌های سطحی و زیرزمینی و اولویت‌بندی شاخص‌های تخصیص آب بر اساس منابع آب و متناسب با بهره‌برداری و انواع کشت محصولات مختلف لازم است. در این راستا و در راستای تحقیقات پیشین (Ghoochani et al., 2019; Behboudi & Ghorbani, 2023) به‌کارگیری فناوری‌های نوین، در بهره‌برداری نوین منابع آب لازم است.

شبکه روابط مؤلفه‌ها نشان داد سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان در رتبه چهارم از نظر میزان تأثیرگذاری مستقیم بر امنیت آبی قرار دارند. در شبکه سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» به‌عنوان متغیر ورودی نیز مورد توجه است. در مطالعات مختلف دانش و سواد بیشتر در رابطه با آب، با اتخاذ رفتارهای مدیریت مصرف آب همراه است. شرکت در کلاس‌های آموزشی بر امنیت آب در منطقه مؤثر است (Yu et al., 2022; Demir & Öteleş, 2023; Davoodi Dean et al., 2016; Behboudi & Ghorbani, 2023; et al., 2021; Abedi, 2020). دوره‌های آموزشی- ترویجی با موضوع محیط‌زیست و تغییر اقلیم برای محصولات مختلف کشاورزی، آگاه‌سازی و افزایش سواد زیست‌محیطی کشاورزان در مدیریت آب، اصلاح الگوی مصرف آب، احیای دانش بومی مدیریت آب کشاورزان، آموزش کشاورزان در زمینه مشارکت در تعمیر و نگهداری سامانه‌های آبیاری، صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری مورد توجه است. سرمایه‌گذاری در آموزش به‌منظور آگاه‌سازی و توانمندسازی کشاورزان و بهره‌برداران با اجرای طرح گسترش سواد آبی و سواد زیست‌محیطی با هدف آموزش و مشارکت کشاورزان در ترویج و توسعه فرهنگ اصلاح مصرف و فرهنگ حفاظت از منابع آب و مدیریت بهینه مصرف آب کشاورزی با مشارکت نهاد توانمند ساز

ترویج کشاورزی و حمایت سازمان حفاظت از محیط‌زیست و شرکت آب منطقه‌ای استان و سازمان جهاد کشاورزی پیشنهاد می‌شود.

در میان متغیرهای شناسایی‌شده متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» بیشترین اثرپذیری را از سایر متغیرهای شناسایی‌شده داشته‌اند. در بخش اثرات غیرمستقیم نیز بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم هر متغیر بر سایر متغیرها و نیز بیشترین اثرپذیری یک متغیر از سایر متغیرها مربوط به متغیر «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه» است به‌طوری‌که برای مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه جهت تأمین امنیت آب و کاهش بحران آبی توجه به نیاز آبی محصولات مختلف و انجام عملیات به زراعی و مکانیکی برای کاهش مصرف آب در محصولات کشاورزی مؤثر است. همگام با تحقیق رجا و همکاران (Raja *et al*., 2019)، محمدزاده و همکاران (Mohammadzadeh *et al*., 2021) و سنگ‌تراشان و همکاران (Sangtarashan *et al*., 2021) برای بکارگیری فناوری‌های به‌زراعی مانند تغییر روش‌های خاک‌ورزی، تغییر ارقام گیاهی و اصلاح برنامه کودی در عملیات کاشت، داشت و برداشت، تغییر تاریخ کاشت و اعمال سطوح مختلف کم آبیاری با توجه به نوع کشت و سطح زیر کشت نیاز به مشارکت همه‌جانبه همه کشاورزان است. محققان دیگر (García-Tejero *et al*., 2020; Kourgialas *et al*., 2022; Rastogi *et al*., 2024) نشان دادند که مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه با عملیات خوب کشاورزی (GAP)[1] و روش‌های کشاورزی حفاظتی در سازگاری و تاب‌آوری کشاورزان با شرایط تغییرات اقلیم مؤثر است. از طرفی مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه تحت تأثیر سایر متغیرها مانند سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان و کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی، قرار دارد بنابراین با برنامه‌ریزی برای مدیریت این مؤلفه‌ها مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه نیز بیشتر شده و درنهایت زمینه برای توسعه امنیت آبی بیشتر خواهد شد.

با توجه به اینکه «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» از نظر اثرپذیری از سایر متغیرها در مرتبه دوم قرار دارد، با بهبود وضعیت هر یک از متغیرها، سطح سازگاری و تاب‌آوری کشاورزان با شرایط تغییرات اقلیم افزایش می‌یابد. همچنین دو متغیر «مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» تأثیرپذیری و وابستگی بسیار بالایی دارند. رفتار این متغیرها متأثر از سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان» و «کاهش میزان نزولات جوی به‌واسطه وقوع تغییرات اقلیمی» (متغیرهای ورودی) و متغیرهای «مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه (مانند توجه به نیاز آبی محصول برای کشت)»، «میزان و تنوع منابع آبی» و «مدیریت و حکمرانی خوب آب کشاورزی» (متغیرهای واسطه‌ای) است. لذا، مدیریت این دو، یعنی ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تاب‌آوری کشاورزان نسبت به تغییر اقلیم، مستلزم اثرگذاری بر متغیرهای واقع در دو محیط قبل است. بنابراین، با تلفیق و اتخاذ سیاست‌های یکپارچه برای توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مدیریت آب نقش مهمی در مدیریت ریسک مخاطرات و میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغیر اقلیم دارد. «مدیریت ریسک مخاطرات اکولوژیکی و تغییر اقلیم» و «میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم» مانند کاشت محصولات صادراتی کم آب بر، در راستای کاهش صادرات آب مجازی محصولات کشاورزی است. بنابراین، در راستای برنامه‌ریزی و سیاست گزاری امنیت غذایی رویکرد یکپارچه پیوند آب-انرژی-غذا مورد توجه است. مدیریت بهینه عملیات مناسب مزرعه نیز سطح سازگاری و تاب‌آوری کشاورزان مؤثر است. بنابراین، افزایش سطح دانش و سواد زیست‌محیطی روستاییان با ارائه خدمات اثربخش آموزشی -ترویجی مانند مدرسه در مزرعه کشاورز برای افزایش تاب‌آوری و سازگاری کشاورز بسیار مهم است (Solimani, 2023; Sadeghi *et al*., 2022; Savari & Shokati Amghani, 2019; Azizi-Khalkheili *et al*., 2017). از طرفی به‌دلیل تأثیرپذیری تاب‌آوری از مؤلفه‌های مختلف نقش متغیرهایی مانند مدیریت و حکمرانی خوب آب، توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری، پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه مانند کاشت محصولات دارای نیاز آبی کم و ارزش‌افزوده بالا (همچون گیاهان دارویی)، در تاب‌آوری معیشتی خانوار کشاورز و سازگاری با شرایط تغییرات اقلیم انکارناپذیر است. در شرایط بحران‌های اقلیمی اتخاذ راهکارهای مناسب به‌منظور تنوع‌بخشی به منابع معیشتی خانوارهای کشاورز با کمک زنان خانوار، ترویج کسب‌وکارهای اقلیمی محور و سازگار با تغییرات اقلیم مانند گردشگری کشاورزی و صنایع‌دستی، استفاده از گونه‌های مقاوم به خشکی، تغییر تاریخ کشت، توسعه کشت گلخانه‌ای، کشت گیاهان دارویی و مدرن‌سازی آبیاری، جابه‌جایی تاریخ و تغییر الگوی کشت نقش مهمی در میزان تاب‌آوری کشاورزان برای سازگاری با تغییر اقلیم دارد.

علاوه بر این، واقع‌شدن متغیرهای «افزایش تبخیر و تعرق به دلیل گرمایش زمین»، «توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب (مانند نصب کنتور هوشمند)»، «پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه» و «سطح زیر کشت اراضی کشاورزی» در ناحیه E یعنی ناحیه متغیرهای بالقوه یا نامعین به این معنی است که اگرچه این متغیرها به‌دلیل اثرگذاری و اثرپذیری

1- Good Agricultural Practices

کم، متغیرهای چندان مهمی تلقی نمی‌شوند، اما آن‌ها در آینده از اهمیت برخوردار شده و مورد بررسی قرار خواهند گرفت. بنابراین ضرورت دارد با دیدگاه آینده‌نگری برای امنیت آبی بخش کشاورزی استان مطابق تحقیقات مختلف توسعه سیستم و فناوری‌های نوین آبیاری و مدیریت آب موردتوجه قرار گیرد (Mishra *et al*., 2021; Balali *et al*., 2020; Ghoochani *et al*., 2019; Behboudi & Ghorbani, 2023). در بحران آب مشکلات مربوط به فناوری موردتوجه است با تمرکز به فناوری‌های نوین برای بازیافت و استفاده مجدد از آب، ارتقای زیرساخت‌های سبز و نصب کنتور هوشمند و تحویل حجمی آب و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها در امنیت آب موردتوجه قرار گیرد. با توجه به خرد بودن اراضی کشاورزی و مقرون‌به‌صرفه نبودن احداث سامانه‌های نوین آبیاری، با تسطیح اراضی کشاورزی و یکپارچه‌سازی اراضی، زمینه برای اجرای سیستم‌های نوین و هوشمند آبیاری و افزایش میزان تولید محصول و رلندمان آبیاری فراهم می‌شود.

نبود الگوی کشت مناسب و یا عدم رعایت الگوی کشت توسط کشاورزان، منجر به برداشت بیش‌ازحد مجاز آب می‌شود (Behboudi & Ghorbani, 2023; Mehrabi *et al*., 2021; Ghoochani *et al*., 2019). بنابراین در پهنه‌بندی اراضی کشاورزی و تبیین الگوی کشت مناسب هر پهنه» بر اساس پتانسیل نواحی مختلف استان و میزان بحران آبی در هر ناحیه برنامه‌ریزی الگوی کشت صورت گیرد و مصرف آب کشاورزی با نوع و سطح کشت هماهنگ شود. همگام با تحقیق بیتو و همکاران (Beithou *et al*., 2022) در تأثیر الگوهای کشت کشاورزی (نوسازی سیستم تأمین آب، توسعه سیستم کشت گلخانه‌ای، سرمایه‌گذاری زیرساختی در تولید در گلخانه‌های هیدروپونیک) و امنیت آب به توسعه سیاست ملی به‌منظور برنامه‌ریزی پایدارتر در بخش کشاورزی و امنیت غذایی مورد توجه است. اجرای تأمین نیاز آبی محصولات در طرح الگوی کشت با همکاری ذینفعان و کنشگران مختلف تأمین آب کشاورزی و مشارکت کشاورزان امکان‌پذیر است. به‌طوری‌که در نواحی شرق استان راهکارهای تغییر نوع کشت محصول، کشت ارقام کم آب، توجه به کشت گیاهان دارویی و نیز تغییر روش کشت مانند توسعه سیستم خشکه‌کاری در برنج، انتقال تولیدات کشاورزی از مزارع باز به کشت گلخانه‌ای پیشنهاد می‌شود. در سند مدیریت منابع آب استان تأمین آب کشاورزی، امنیت غذایی و تولید محصولات استراتژیک با تأمین آب برای کشت اول محصول توجه شود و سازوکارهای قانونی و ترغیبی (یارانه و سوبسید) برای منع کشاورزان به کشت دوم محصول مخصوصاً در برنج و ترویج کاشت محصولات مقاوم به کم‌آبی فراهم شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از حمایت و پشتیبانی مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برگرفته از طرح تحقیقاتی "تحلیلی بر امنیت آبی در بخش کشاورزی با تاکید بر متغیرها و جایگاه بازیگران کلیدی" با کد ۰۵-۱۴۰۲-۰۱ به انجام رسیده است. لذا بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از همکاری و مساعدت این نهاد محترم تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Abbasi Rostami, A.A., Yazdanpanah, M., Abdashahi, A., Azizi Khalkheili, T., & Savari, M. (2022). Analysis of the social network of the governance of the integrated management of agricultural water resources in Mazandaran province. *Journal of Watershed Management Research*, *13*(25), 197-209. (In Persian). https://doi.org/10.52547/jwmr.13.25.197
2. Abedi, S. (2020). Water governance and evaluation of its impacts on water and food security. *Journal of Water and Sustainable Development*, *7*(1), 1-12. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jwsd.v7i1.82068
3. Ahopelto, L., Sojamo, S., Belinskij, A., Soininen, N., & Keskinen, M. (2024). Water governance for water security: analysing institutional strengths and challenges in Finland. *International Journal of Water Resources Development*, *40*(2), 153-173. https://doi.org/10.1080/07900627.2023.2266733
4. Asadpourian, Z., Naderi mahdei, K., & Mohammadi, Y. (2022). Investigating the strategies of sustainable management of agricultural water resources in Lorestan province. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, *17*(2), 63-80. (In Persian)
5. Azizi-Khalkheili, T., Zamani, G., & Karami, E. (2017). Farmers adaptation to climate variation: Barriers and suggested solutions. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *30*(3), 148-159. https://doi.org/10.22067/jead2.v30i3.42826
6. Bahrami Mehneh, F., Keikha, A., Sabouhi, M., & Ahmadpour Borazjani, M. (2017). Decision support system for economic value of irrigation water with reducing the food gap in agro-ecological zones. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *30*(4), 345-359. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084722.1395.30.4.7.8
7. Balali, H., Yousefi, F., & Movahedi, R. (2020). Factors affecting water market creation and development in Hamedan-Bahar plain. *Iranian Journal of Economic Research*, *25*(84), 167-190. https://doi.org/10.22054/ijer.2019.40392.729
8. Barati, A.A., Azadi, H., Dehghani Pour, M., Lebailly, P., & Qafori, M. (2019). Determining key agricultural strategic factors using AHP-MICMAC. *Sustainability, 11*(14), 3947. https://www.mdpi.com/2071-1050/11/14/3947

9. Behboudi, D., & Ghorbani, F. (2023). Analyzing the leverage points of qualitative system dynamic model of water governance (Case study: Qarranqu basin). *Iran-Water Resources Research*, *19*(1), 22-45. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.17352347.1402.19.1.2.7
10. Beithou, N., Qandil, A., Khalid, M.B., Horvatinec, J., & Ondrasek, G. (2022). Review of agricultural-related water security in water-scarce countries: Jordan case study. *Agronomy*, *12*(1643), 1-13. https://doi.org/10.3390/agronomy12071643
11. Davoodi, Z., Bakhshoodeh, M., & Azarm, H. (2021). Factors affecting agricultural water security in Ramjerd district. *Agricultural Economics and Development*, *29*(1), 267-292. (In Persian). https://doi.org/10.30490/aead.2021.336383.1171
12. De Amorim, W.S., Valduga, I.B., Ribeiro, J.M.P., Williamson, V.G., Krauser, G.E., Magtoto, M.K., & de Andrade, J. B.S.O. (2018). The nexus between water, energy, and food in the context of the global risks: An analysis of the interactions between food, water, and energy security. *Environmental Impact Assessment Review*, *72*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.05.002
13. Dean, A.J., Fielding, K.S., & Newton, F.J. (2016). Community knowledge about water: who has better knowledge and is this associated with water-related behaviors and support for water-related policies?. *PloS One*, *11*(7), e0159063. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159063
14. Demir, F.B., & Öteleş, Ü.U. (2023). Reflection of water literacy in the environmental education and climate change course teaching program. *Bulletin of Educational Studies*, *2*(2), 50-57.
15. Dev, S.M. (2016). Water management and resilience in agriculture. *Economic & Political Weekly*, *51*(8), 21-24.
16. Elias Nkiaka, E. (2022). Exploring the socioeconomic determinants of water security in developing regions. *Water Policy*, *24*(4), 1-18. https://doi.org/10.2166/wp.2022.149
17. Enayati, H. (2022). The water security factor of Mazandaran rice fields is less than 34%". News Agency of the Islamic Republic of Iran. August 3, 1401, news code: 84832510. Available at: https://www.irna.ir/news
18. Farhat, A., Al-Naemi, A., Farooque, A.A., & Phillips, M. (2023). A review on the water dimensions, security, and governance for two distinct regions. *Water*, *15*(1), 208. https://doi.org/10.3390/w15010208
19. Florin Fronea, D., & Florin, S. (2015). The importance of water security for sustainable development in the Romanian agri-food sector. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, *6*, 674–681. https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.120
20. Fonseca, A., Andrade, C., & Santos, J.A. (2022). Agricultural water security under climate change in the Iberian Peninsula.*Water*, *14*(5), 768. https://doi.org/10.3390/w14050768
21. García-Tejero, I.F., Carbonell, R., Ordoñez, R., Torres, F.P., & Durán Zuazo, V.H. (2020). Conservation agriculture practices to improve the soil water management and soil carbon storage in Mediterranean rainfed agro-ecosystems. In: Meena, R. (eds) Soil Health Restoration and Management. *Springer*, *Singapore*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8570-4_6
22. Ghoochani, O., Dabiri, D., & Ghanian, M. (2019). Major driver forces of water resources management in the Iranian agricultural sector. *Iranian Journal of Public Policy*, *5*(2), 59-78. https://doi.org/10.22059/ppolicy.2019.72272
23. Godet, M., Durance, P., & Gerber, A. (2008). Strategic foresight la prospective. *Cahiers du LIPSOR*, *143*.
24. Grafton, R.Q., Ward, M.B., To, H., & Kompas, T. (2011). Determinants of residential water consumption: Evidence and analysis from a 10-country household survey. *Water Resources Research*, *47*, W08537. https://doi.org/10.1029/2010WR009685
25. Han, M., Qingwang, R., Wang, Y., Du, J., Hao, Z., Sun, F., & Li, D. (2013). Integrated approach to water allocation in river basins. *Journal of Water Resources Planning and Management*, *139*(2), 159-165. https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000255
26. Irannejad, E., Mohammadi, H., & Barna, R. (2019). The effect of climate change on the water requirement of rice in Mazandaran province. *Natural Geography*, *12*(46), 1-14. https://doi.org/10.22055/jise.2023.42970.2057
27. Kourgialas, N.N., Psarras, G., Morianou, G., Pisinaras, V., Koubouris, G., Digalaki, N., Malliaraki, S., Aggelaki, K., Motakis, G., & Arampatzis, G. (2022). Good agricultural practices related to water and soil as a means of adaptation of Mediterranean olive growing to extreme climate-water conditions. *Sustainability*, *14*(20), 13673. https://doi.org/10.3390/su142013673
28. Lautze, J., De Silva, S., Giordano, M., & Sanford, L. (2011). Putting the cart before the horse: Water governance and IWRM. In *Natural Resources Forum*, *35*(1), 1-8). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01339.x
29. Madani, K., AghaKouchak, A., & Mirchi, A. (2016). Iran's socio-economic drought: Challenges of a water-bankrupt nation. *Iranian Studies*, *49*(6), 997–1016. https://doi.org/10.1080/00210862.2016.1259286
30. Masago, Y., Mishra, B.K., Jalilov, S., Kefi, M., Kumar, P., Dilley, M., & Fukushi, K. (2019). Future outlook of urban water environment in Asian cities; United Nations University: Tokyo, Japan, 2019.
31. Mehrabi, A., Heidarpour, M., & Safavi, H.R. (2021). Conjunctive use management of surfacewater and groundwater resources in drought condition. Case study: West of Qazvin plain irrigation network. *Iranian Water Researches Journal*, *15*(1), 97-109.

32. Mishra, B.K., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. (2021). Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. *Water*, *13*(4), 490. https://doi.org/10.3390/w13040490
33. Mohammadzadeh, M., Shabanali Fami, H., Savari, M., Motaghed, M., Baghaee, M., & afshari, S. (2019). Application of water management strategies by small scale farmers in drought conditions in the Isfahan province. *Rural Development Strategies*, *6*(3), 265-278. (In Persian). https://doi.org/10.22048/rdsj.2020.206263.1823
34. Nasire Zare, S., & Tahmasebi, A. (2022). An analysis of key drivers of agricultural water resources governance (Case study: Tarom county, Iran). *Journal of Water and Sustainable Development*, *9*(1), 39-52. https://doi.org/10.22067/jwsd.v9i1.2111.1102
35. Ngene, B.U., Nwafor, C.O., Bamigboye, G.O., Ogbiye, A.S., Ogundare, J.O., & Akpan, V.E. (2021). Assessment of water resources development and exploitation in Nigeria: A review of integrated water resources management approach. *Heliyon*, *7*(1).
36. Ningi, T., Taruvinga, A., Zhou, L., & Ngarava, S. (2022). Determinants of water security for rural households: Empirical evidence from Melani and Hamburg communities, Eastern Cape, South Africa. *South African Journal for Science and Technology*, *40*(1), 37-49. https://doi.org/10.36303/SATNT.2021.40.1.802
37. Nkiaka, E. (2022). Exploring the socioeconomic determinants of water security in developing regions. Water Policy, *24*(4), 608-625. https://doi.org/10.2166/wp.2022.149
38. Panel, U., Lele, P.U., Klousia-Marquis, M., & Goswami, S. (2013). Good governance for food, water and energy security. *Aquatic Procedia*, *1*, 44-63. https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2013.07.005
39. Pourkhosravani, A., Tohidfam, M., Amini, A., & Jalali, R. (2019). Factors affecting the ineffectiveness of water resources policy in Iran. *Political Studies Quarterly*, *13*(50), 87-109. (In Persian)
40. Raja, O., Parsinejad, M., & Sohrabi, T. (2019). Evaluation of management strategies to reduce water use in Marvdasht-Kharameh study area. *Journal Water and Soil Resources Conservations*, *8*(4), 67-86. (In Persian)
41. Rastogi, M., Kolur, S.M., Burud, A., Sadineni, T., Sekhar, M., Kumar, R., & Rajput, A. (2024). Advancing water conservation techniques in agriculture for sustainable resource management: A review. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, *28*(3), 41-53. https://doi.org/10.9734/jgeesi/2024/v28i3755
42. Regional Water Company of Mazandaran Province. (2023). Report on the status of water resources in Mazandaran province from 1395 to 1402. https://www.mzrw.ir/st/198
43. Rob, D.F., Rossotto Ioris, A.A., & Watson, N. (2017). Water governance and agricultural management: Collaboratively dealing with complex policy problems. In book: Agriculture, Environment and Development (pp.33-58)
44. Sadeghi, S.H., Bahlekeh, M., Zare, S., Zabihi Seilabi, M., Khorshid Sokhangouy, F., & Mumzai, A. (2022). Necessity of strengthening the resilience of the agricultural sector for soil and water conservation. *Extension and Development of Watershed Management*, *10*(37), 67-77. (In Persian)
45. Sakhdari, H., Ziaee, S., Ahmadpour Borazjani, M., & Mohammadi, H. (2023). The effects of adaptation strategies on water resources management in Mashhad plain: The application of hydro-economicbehavioural modeling. *Journal of Agricultural Economics & Development*, *36*(4), 431-445. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084722.1401.36.4.7.0
46. Salami, H., & Taheri, E. (2019). Assessing the state of water security in provinces of Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *33*(1), 75-94. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.77072
47. Salemi Sarmast, S., & Zahraie, B. (2021). Assessment of water security in Iran at provincial level using a hybrid index. *Water and Irrigation Management*, *11*(3), 617-632. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jwim.2021.327554.903
48. Sangtarashan, A., Mirlatifi, M., & Dehghani Sanij, H. (2021). Effects of improved agricultural field practices on water productivity and water use efficiency indices in the eastern basin of Lake Urmia. *Journal of Water Research in Agriculture*, *35*(1), 35-46. (In Persian). https://doi.org/10.22092/jwra.2021.123952
49. Savari, M., & Shokati Amghani, M. (2019). Adaptation strategies of small scale farmers in confronting droughts in West Azerbaijan Province. *Spatial Planning*, *9*(4), 17-42. https://doi.org/10.22108/sppl.2019.116467.1373
50. Sharaunga, S., & Mudhara, M. (2016). Factors influencing water-use security among smallholder irrigating farmers in Msinga, KwaZulu-Natal Province. *Water Policy*, *18*(5), 1209–1228. https://doi.org/10.2166/wp.2016.242
51. Solimani, M. (2023). Adaptation to climate change from the perspective of farmers and experts (Rostam City). *Spatial Planning*, *13*(2), 91-106. (In Persian). https://doi.org/10.22108/sppl.2023.138568.1740
52. Yu, L., Liu, W., Yang, S., Kong, R., & He, X. (2022). Impact of environmental literacy on farmers' agricultural green production behavior: Evidence from rural China. *Frontiers in Environmental Science*, *10*, 990981. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.990981
53. Zinati fakhrabad, M.M., & Asghari Moghadam, M. (2021). Future study of security consequences of water resources crisis in border areas of Iran. *Geography and Human Relationships*, *4*(3), 1-17. (In Persian). https://doi.org/10.22034/gahr.2021.301648.1602